Universidad del Atlántico
Facultad de Ingeniería

CALDERA

Acosta Emily, Bossio Nicoll, Martínez Daniela, Torres Dayaneth

Programa de Ingeniería Química, Universidad del Atlántico
05-10-2025.

Resumen

Las calderas industriales son equipos diseñados para generar vapor o agua sobrecalentada mediante la aplicación de calor. Este calor puede provenir de diversas fuentes, como diésel, gas natural, energía eléctrica o biomasa. Su funcionamiento se basa en transferir energía térmica al agua contenida en su interior, transformándola en vapor para diferentes usos.

Estos sistemas tienen aplicaciones tanto domésticas como industriales. En el hogar, pueden emplearse para el suministro de agua caliente; mientras que en la industria son esenciales en procesos de producción en los sectores alimentario, textil y químico. Además, el vapor generado puede aprovecharse para la generación de energía mecánica o eléctrica, convirtiendo a las calderas en equipos clave para múltiples procesos productivos y energéticos.

Palabras claves: Calderas, calor, industrial, equipo.

1. Introducción

Las calderas industriales son equipos utilizados para generar agua sobrecalentada o vapor, mediante el adicionamiento de calor a esta. Se pueden tener distintas fuentes de calor, como lo son el Diesel, gas natural, energía eléctrica, biomas y entre otras cosas. La caldera se puede utilizar en distintos ambientes o ámbitos, en el ámbito doméstico se podría utilizar para el suministro de agua caliente, En el industrial son fundamentales en procesos de la industria alimentaria, textil y química, y por último también se pueden utilizar para generar energía por medio del vapor que esta mueve.

2. Funcionamiento de una caldera



Imagen 1. Partes de una caldera [1]

Las principales partes observadas en la caldera fueron:
- Cuerpo de la caldera: Recipiente donde se almacena y vaporiza el agua. Ocurre la transferencia de calor proveniente de la combustión, generando vapor saturado o sobrecalentado según la demanda del sistema.
- Quemador: Dispositivo encargado de mezclar el aire con el gas natural para producir la combustión controlada.
- Sistema de alimentación de agua: Bombas y tuberías encargadas de garantizar el suministro continuo de agua, evitando que el nivel interno descienda y asegurando la disponibilidad para la producción de vapor.
- Válvulas de seguridad: Mecanismos de protección contra sobrepresión. Dispositivos automáticos que se abren cuando la presión

supera el límite de diseño (150 psi), liberando vapor y evitando daños catastróficos en el equipo.
- Manómetros y termómetros: Dispositivos de medición para control de presión y temperatura.
Canalizan el ingreso de agua hacia el cuerpo de la caldera y permiten la salida del vapor generado hacia el proceso. Incluyen líneas de purga para eliminar sedimentos y exceso de agua.
- Controles automáticos de nivel de agua (McDonnell & Miller 150SHD). Conjunto de equipos (manómetros, termómetros, presostatos, control McDonnell & Miller 150SHD) que permiten medir, monitorear y regular las variables críticas de la caldera, además de proteger en condiciones de operación insegura.
- Chimenea o ducto de gases: Salida de los productos de combustión. Conduce los gases de combustión hacia la atmósfera y mantiene el tiro adecuado para que la combustión sea continua y estable.
- Aislamiento térmico: Material que minimiza pérdidas de calor a la atmósfera. Material de recubrimiento que minimiza pérdidas de calor hacia el ambiente y protege a los operadores de quemaduras por contacto con superficies calientes.

3. **Tipo de combustible y su influencia en el diseño**
   La caldera opera con gas natural, un combustible de alta eficiencia y baja emisión de contaminantes comparado con el carbón o el fuel-oil. Su poder calorífico permite alcanzar rápidamente la temperatura requerida, además de permitir un control más preciso de la llama. El diseño del quemador y de los sistemas de inyección de aire está optimizado para este tipo de combustible [2][3].

Tipos de calderas

Las calderas se pueden clasificar de diferentes maneras según su diseño, fuente de energía o el tipo de fluido que producen. A continuación, se presentan las principales categorías:[4]

1. **Según el fluido que generan:**
   a. **Calderas de vapor:** producen vapor de agua que se utiliza en procesos industriales o para generación de energía.
   b. **Calderas de agua caliente:** calientan agua sin llegar a producir vapor, utilizadas en calefacción o sistemas domésticos.
   c. **Calderas de agua sobrecalentada:** calientan el agua a temperaturas superiores a su punto de ebullición, pero sin convertirla en vapor, para usos industriales de alta temperatura.
2. **Según el tipo de combustible:**
   a. **Calderas de gas natural o GLP:** limpias y eficientes, muy usadas en la industria moderna.
   b. **Calderas de diésel o fuel oil:** empleadas donde no hay suministro de gas.
   c. **Calderas eléctricas:** funcionan mediante resistencias, ideales para espacios pequeños o donde se requiere cero emisiones directas.
   d. **Calderas de biomasa:** utilizan residuos orgánicos (como pellets o cáscaras) como fuente renovable de energía.
3. **Según su diseño de circulación de fluidos:**
   a. **Calderas pirotubulares (de tubos de humo):** los gases calientes circulan por tubos rodeados de agua; son simples y usadas en medianas presiones.
   b. **Calderas acuotubulares (de tubos de agua):** el agua circula por los tubos y los gases calientes los rodean; permiten altas presiones y capacidades, usadas en

grandes industrias y generación eléctrica.

4. **Según su uso o aplicación:**
    a. **Calderas domésticas:** para calefacción o agua caliente sanitaria.
    b. **Calderas industriales:** empleadas en procesos productivos.
    c. **Calderas de potencia:** utilizadas en centrales térmicas para la generación de electricidad.

4. Resultados y análisis de resultados

Durante la práctica pudimos observar una caldera de gas natural CH 20-150 con las siguientes características

Descripción técnica del equipo

Fabricante: Industrias R.R.S. Ltda.
Ubicación: Universidad del Atlántico, Barranquilla – Colombia
Modelo: CH 20-150
Serie: H-0015
Año de fabricación: 2016
Capacidad: 20 BHP (Boiler Horsepower)
Presión de diseño: 150 psi
Presión de trabajo: 125 psi
Potencia térmica: 669 BTU/hr
Combustible: Gas natural
Operación: Automática ON–OFF
Energía de control: 110 – 220 V

El fabricante, Industrias R.R.S. Ltda., es una empresa colombiana dedicada a la fabricación, reparación y repotenciación de calderas industriales. El equipo observado es de tipo pirotubular, lo que significa que los gases calientes producto de la combustión circulan a través de tubos, transfiriendo calor al agua contenida en el cuerpo de la caldera hasta generar vapor.

Esta caldera opera mediante la combustión de gas natural en un quemador, que produce gases calientes que circulan por tubos internos. El calor se transfiere al agua almacenada en el recipiente principal, elevando su temperatura hasta alcanzar la presión de trabajo (125 psi). Una vez alcanzado este punto, el sistema de control (tipo ON–OFF) regula automáticamente el encendido del quemador para mantener la presión dentro del rango de operación, garantizando un suministro de vapor constante y seguro.

Se pudo observar que contiene;

- **Cuerpo principal o generador de vapor:** estructura cilíndrica que contiene el agua y los tubos de humo.
- **Quemador de gas natural:** dispositivo que mezcla el gas y el aire para producir la combustión.
- **Chimenea o ducto de salida:** canaliza los gases de combustión hacia el exterior.
- **Válvulas de seguridad y purga:** permiten liberar presión en caso de sobrepresión y eliminar impurezas.
- **Manómetro:** indica la presión interna.
- **Pressuretrol (Honeywell):** controlador de presión que regula el encendido y apagado del quemador según la presión de trabajo establecida.
- **Tablero de control eléctrico:** sistema que alimenta y automatiza la operación del equipo (110–220V).
- **Tuberías de entrada y salida:** conectan el sistema de alimentación de agua y la línea de vapor.

El equipo está diseñado para una presión máxima de diseño de 150 psi y opera normalmente a 125 psi, dentro de márgenes seguros. Utiliza gas natural como fuente de energía, lo que ofrece una combustión limpia y eficiente.
Su sistema eléctrico de control permite el funcionamiento automático tipo ON–OFF, ideal para aplicaciones académicas donde se requiere un control sencillo, seguro y confiable.

Este equipo opera en área de laboratorios de ingeniería para fines educativos y experimentales. Permite a los estudiantes observar los principios termodinámicos de la generación de vapor, estudiar los balances de energía, calcular la eficiencia térmica y comprender los sistemas de control industrial.
Su tamaño y capacidad la hacen adecuada para prácticas seguras, con una presión manejable y sistemas automáticos que facilitan el aprendizaje sobre la operación de calderas reales a escala industrial.

Durante la observación del funcionamiento del equipo, se resaltó la importancia de los sistemas de protección, en especial las válvulas de seguridad, que permiten liberar el exceso de presión cuando esta supera el valor máximo permitido. Este componente previene daños estructurales y garantiza un desempeño estable y confiable del sistema. Los controles automáticos, como el **pressuretrol Honeywell** y el **McDonnell & Miller 150SHD**, complementan esta función al regular de forma precisa la presión interna y detener el quemador ante condiciones fuera del rango operativo.

También se identificaron **riesgos potenciales** durante la operación, entre ellos fugas de gas, sobrecalentamiento, fallos eléctricos o aumentos bruscos de presión. Dichos eventos se previenen mediante rutinas de mantenimiento, verificación previa al encendido, monitoreo constante de los parámetros de trabajo y la incorporación de mecanismos de purga que eliminan residuos o exceso de agua en el interior del equipo.

En cuanto a la **eficiencia térmica**, se observaron pérdidas de calor en puntos como la salida de gases, las uniones de las tuberías y la superficie externa del cuerpo principal. Para disminuir estos efectos se recomienda reforzar el **aislamiento térmico**, revisar el estado del recubrimiento protector y optimizar la combustión del gas natural, con el fin de aprovechar de manera más efectiva la energía liberada.

Finalmente, se reconocieron como **variables de proceso esenciales** la presión, la temperatura y el caudal. La presión y la temperatura se consideran **variables controladas**, ya que deben mantenerse dentro de límites seguros por medio de sistemas automáticos; mientras que el caudal de agua y el flujo de combustible son **variables manipulables**, ajustadas según las condiciones de operación requeridas para mantener la estabilidad del proceso.

5. Conclusiones

La caldera instalada en la Universidad del Atlántico representa un ejemplo práctico y funcional de los sistemas térmicos empleados en la industria para la generación de vapor. Este equipo, de tipo pirotubular y alimentado con gas natural, opera de forma automática y segura, lo que la convierte en una herramienta pedagógica valiosa para el aprendizaje de los principios de termodinámica, transferencia de calor y control de procesos industriales. Su uso en el ámbito académico permite a los estudiantes comprender de manera directa el funcionamiento de un sistema de vapor real y la importancia de la eficiencia energética y la seguridad operacional.

En términos generales, las calderas industriales son equipos esenciales en numerosos sectores productivos como el alimentario, químico, textil y energético, al proveer vapor o agua caliente como fuente de energía térmica. Su diseño y operación requieren un control cuidadoso de la presión, temperatura y combustible, así como un mantenimiento constante para garantizar su rendimiento y prolongar su vida útil.

6. Referencias bibliográficas

[1] "Guía Básica de Calderas Industriales", *Consitecperu.com*. [En línea]. Disponible en: https://www.consitecperu.com/articulos/guia-basica-de-calderas-industriales. [Consultado: 05-oct-2025].

[2] "Descubre los Principales Tipos de Combustibles y sus Usos en la Industria", *Precio de los Combustibles en Perú*, 18-jul-2024. [En línea]. Disponible en: https://www.preciocombustible.com/general/tipos-de-combustibles-clasificacion-y-ejemplos-esenciales/. [Consultado: 05-oct-2025].

[3] M. Rodríguez, "Combustible sintético: Tipos, Producción y Aplicaciones", *Inspenet*, 12-jun-2025.

[4] "Tipos de Calderas y sus características: Una guía completa", *Ecovismexico.com*. [En línea]. Disponible en: https://www.ecovismexico.com/blog/tipos-de-calderas-y-sus-caracteristicas-una-guia-completa. [Consultado: 06-oct-2025].